7. ^3He-^4He混合系上の^3He膜の超流動転移(京都大学理学部物理第1教室,修士論文アブストラクト(1980年度))

須永, 和行

に従う１次元乱流を取り扱う。(1)式は Navier-Stokes 方程式の１次元モデルであると同時に，圧縮性流体における弱い衝撃波 (shock) の運動を記述する方程式にもなっている。

粘性率 ν が極めて小さい場合には，速度場 $u(x, t)$ は非粘性領域と厚さ $O(\nu)$の薄い shock とから構成される。$\nu \to 0$ の極限では， shock は速度の不連続面となるから，その運動法則を考慮に入れた特性曲線法を用いて，(1)式を数値的に解くことができる。この方法では通常の差分法に比べて， shock 内部で(1)式を解く必要がないため，きざみ点の数は少くて済む。

数値計算の結果，速度場はある有限時間の後，統計的平衡状態に達することが分った。平衡状態における shock-front の数，運動エネルギー，粘性によるエネルギー消散率，エネルギー・スペクトル等を， 100個の見本の平均によって求めた。外力の特徴的な波数よりも大きな波数領域で， k^{-2} の形のスペクトルが得られた。

次に，乱流の近似理論の１つである変形０－４次キュムラント近似を用いて，エネルギー・スペクトルを数値的に求め，数値実験の結果と比較した。この近似による計算では，スペクトルは， $\nu k^2 t \ll 1$ の領域では k^{-2} の形をとり， $\nu k^2 t \gg 1$ の領域では k^{-1} の形，更に高波数の領域では e^{-ak} の形をとる結果が得られた。数値実験は，有限の t に対して $\nu \to 0$ の極限なので， $\nu k^2 t \ll 1$ の領域に対応している。したがって，近似計算での k^{-2} スペクトルの存在は数値実験の結果と一致しているが，スペクトル強度については両者はかなりの相違がある。

7. ^{3}He － ^{4}He 混合系上の ^{3}He 膜の超流動転移

須　永　和　行

^{3}He と ^{4}He との混合液体を絶対零度にしても完全に分離せずに約６％の ^{3}He が ^{4}Heの中に残り，その他の ^{3}Heはこの上に浮く。十分低温では混合液体中の ^{3}He も Fermi 液体となり，上層の純粋な ^{3}Heはスピン３重項で軌道角運動量 $l = 1$ の ^3P の超流動となる。^{3}Heの超流動はＡＢＭ状態と BW状態の２つがあるが，薄膜の場合は l ベクトルが自由表面にも界面にも垂直なＡＢＭ状態が実現すると考えられる。

我々は， ^{3}He と ^{4}He との混合液体の上に浮いた ^{3}Heの薄膜の超流動の転移温度が薄膜の厚さによってどのように変化するか，を超伝導状態の金属と常伝導金属を合わせた場合の proximity 効果との類似性から調べてみた。

超伝導の場合と違うのは，対が ^1S ではなく ^3P であること， 薄膜と混合液体中の ^{3}He の Fermi 球の半径に随分大きな違いがあることの２つがある。そこで我々は，

i) 対形成の相互作用を除き ^{3}He原子は自由粒子とみなし， Fermi 球の半径の差を井戸型ポ

テンシャルを用いて表わす。

ii) 自由表面で ^{3}Heの散乱が specular であるとする。

iii) ^{3}Heの対形成のための相互作用は，混合液体中で ^{3}Heが希薄という理由により，混合液体中で無視する。

このようなモデルに基いて gap方程式を導き，厚さに対して転移温度がどのように変化するかを， gap parameter を Fourier 分解して計算した。厚さが coherence length より長いときには10個の成分を取り計算機で数値計算を行い，短いときには解析的に求めた。

その結果，薄膜の厚さを十分薄くしてみても，超伝導の場合ほど転移温度は下らなかった。

8. 振動数分布をもつ非線形振動子系の協力現象

関　　彰

固有振動数の異なる多くの非線形振動子が，それらの間の相互作用によって自発的に同一の振動数で位相をそろえて振動しはじめる (synchronization) 。これは非平衡開放系特有の現象であるが，ここで平衡系の磁性体との analogy に思いあたる。すなわち，磁性体においては，thermal motion との相互作用の強さとのかねあいで， dipole が一方向にそろう condensation の状態と，ばらばらになる状態との間の相転移がおこるわけだが，この condensation の状態がわれわれの場合の synchronization の状態にあたると考えることができる。つまり，非線形振動子が dipole に対応し，振動数分布のばらつきの巾が thermal motion に対応すると考えることができる。このことからわれわれの場合にも，磁性体の場合と同様に synchronization の状態とそうでない状態との間の相転移現象が期待されるわけである。

ここでは，N個の振動子が相互作用している系を考える。各振動子は一般に n 次元の力学系で記述され，系は全体として $n\times N$次元の力学系である。この系から isochron の考えを使って各振動子の状態を一つの位相 ϕ であらわすことによって次のような式が導びかれる。

$$\dot{\phi}_i = \omega_i + \sum_j K(\phi_j - \phi_i) \quad \begin{cases} \omega_i \text{ : 固有振動数} \\ K(\phi) \text{ : 周期関数} \end{cases}$$

しかし，このように簡単化された方程式でも，これを解析的に取り扱うことはむづかしい。そこでここではおもに計算機実験をこころみた。シュミレーションでは $\{\omega_i\}$の分布や相互作用の形を変えることによって様々な相転移類似現象をみることができた。